

# Vegetabiliska ersättningsprodukter

Del 3 Riskvärdering allergi



---

Denna titel kan laddas ner från: [Livsmedelsverkets publikationer](#)

Citera gärna Livsmedelsverkets texter, men glöm inte att uppge källan. Bilder, fotografier och illustrationer är skyddade av upphovsrätten. Det innebär att du måste ha upphovsmannens tillstånd att använda dem.

© Livsmedelsverket, 2025.

Författare:

Sanna Lignell & Jakob Ottoson.

Rekommenderad citering:

Livsmedelsverket. Lignell, S. & Ottoson, J. 2025. Vegetabiliska ersättningsprodukter – Del 3 Riskvärdering allergi. Livsmedelsverkets PM. Uppsala.

PM 2024

ISSN 1104–7089

# Förord

Denna rapport utgör ett vetenskapligt underlag om allergena risker med vegetabiliska ersättningsprodukter. Rapporten har tagits fram på beställning av Livsmedelsverkets avdelning för råd och reglering (Dnr 2023/003781) och kommer att användas som vetenskapligt underlag för framtagande och/eller revidering av Livsmedelsverkets information samt eventuella andra rekommendationer om allergena livsmedel. Rapporten är uppdelad i faroidentifiering, farokarakterisering, exponeringsuppskattning och riskkarakterisering, där de specifika frågeställningarna besvaras.

Ansvariga för underlagets innehåll är Sanna Lignell och Jakob Ottoson på Risk- och nyttovärderingsavdelningen. Underlaget har granskats av Caroline Nilsson, docent och barnallergolog, Karolinska Institutet och Sachsska barnsjukhuset samt Sara Gunnare, toxikolog på avdelningen för Risk och nyttovärdering.

Emma Ankarberg, enhetschef för Enheten för Toxikologi och Christina Lantz, enhetschef för Enheten för Biologiska faror, Avdelningen för Risk och nyttovärdering.

April 2025

# Innehåll

Bakgrund .....	5
Övergripande frågeställning .....	6
Specifika frågor som ska besvaras .....	6
Data och metoder .....	7
Faroidentifiering.....	9
Baljväxter.....	10
Trädnötter .....	12
Spannmål.....	12
Övriga livsmedel .....	13
Korsallergi hos björkpollenallergiker .....	13
Farokarakterisering .....	14
Proteinfamiljer.....	14
Symtom .....	15
Fallbeskrivningar .....	15
Litteratur .....	15
Allergiregistret.....	16
Exponeringsuppskattning .....	17
Proteininnehåll i ersättningsprodukter.....	17
Notiser om allergener i Rapid Alert System for Food and Feed (RASFF).....	19
Påverkan på allergena epitoper under processning .....	19
Värme.....	19
Enzymatisk hydrolys .....	20
Fermentering.....	20
Kombinationer av processer.....	21
Riskkaraktärisering .....	22
Referenser .....	24
Bilaga 1. Exempel på allergener.....	27
Bilaga 2. Notiser i RASFF .....	28

# Bakgrund

## **Framtidens kostmönster är mer växtbaserade än i dag**

Växtbaserad mat behöver ingå i framtidens kostmönster. Det är nödvändigt för livsmedelsförsörjningen, klimatet och hälsan. I strävan mot ett hållbart livsmedelssystem har nya vegetabiliska livsmedel tillkommit på marknaden och våra kostmönster har delvis förändrats. Idag väljer fler än tidigare att helt eller delvis äta vegansk och vegetarisk kost.

## **Vegetabiliska ersättningsprodukter blir allt vanligare**

Det finns tecken på att utbud och konsumtion av vegetabiliska ersättningsprodukter har ökat under de senaste åren och det finns många produkter på marknaden, både fasta och flytande. Produkterna är tillverkade av råvaror från växtriket och de strävar efter att likna konsistens och smak hos sin animaliska motsvarighet. Ersättningsprodukter finns bland annat för kategorierna ost och andra mejeriprodukter inklusive glass, smörgåspålägg, korv, biffar, köttfärs samt fiskprodukter. Produkterna kan vara baserade på exempelvis soja, ärtor och andra baljväxter samt nötter, fröer, kokos, havre och svampmycel. Många produkter är ätfärdiga medan andra behöver värmebehandlas innan de ska ätas. Vissa produkter är helt veganska medan andra innehåller till exempel ägg.

## **Många produkter på marknaden, men det finns kunskapsluckor om risker**

En ökad konsumtion och ett ökat antal produkter i kombination med okunskap om vilka biologiska, kemiska och allergena faror vegetabiliska ersättningsprodukter kan innehålla skulle eventuellt kunna påverka livsmedels säkerheten och på sikt också folkhälsan. Ett varmare klimat kan även leda till ökad exponering för mykotoxiner samt nya biologiska och kemiska faror via dessa produkter. Kunskap om vilka slags faror vegetabiliska ersättningsprodukter kan innebära samt hur farorna kan minimeras behöver förbättras hos myndigheter och företag inom livsmedelskedjan. Bristande kunskap kan leda till att riskminimerande åtgärder uteblir eller att annan riskhantering blir överflödigt. I det ena fallet kan människor bli sjuka på kort eller lång sikt. I det andra fallet kan det leda till att resurser läggs på fel saker.

## **Allergiska reaktioner**

Många ersättningsprodukter baseras på nötter eller baljväxter. De är vanliga allergener som finns på EU:s allergenlista. EU:s allergenlista utgörs av bilaga II till Förordning (EU) nr 1169/2011. Listan innehåller de 14 ingredienser/livsmedelsgrupper som orsakar flest allvarliga överkänslighetsreaktioner. I Livsmedelsverkets rapport om korsallergi (Livsmedelsverket 2021) beskrivs risken för att exempelvis en jordnötsallergiker ska reagera på ärtor. Det behövs kunskap om tillverkningsprocessen av de vegetabiliska

ersättningsprodukterna för att bedöma risken för korsallergiska och allergiska reaktioner på dessa produkter.

### **Vetenskapliga underlag ger stöd till företag, kontrollmyndigheter, hälso- och sjukvården och konsumenter**

Ett vetenskapligt underlag om biologiska, kemiska och allergena faror i vegetabiliska ersättningsprodukter behövs för att Livsmedelsverket ska kunna ta fram stöd och information till konsumenter samt företag i deras arbete att tillverka säkra livsmedel. I denna rapport har en riskprofil och svar på frågorna nedan sammanställts för allergener. Frågorna om kemiska ämnen och mikrobiologiska agens besvaras i del 1 och 2. Underlaget kommer kunna vara ett stöd till personal vid kontrollmyndigheter, dietister och annan sjukvårdspersonal som arbetar med matallergi.

## **Övergripande frågeställning**

Enheterna för Livsmedelshygien och Hållbar livsmedelskonsumtion på avdelningen för Råd och reglering efterfrågar en riskprofil med en sammanställning av allergena risker i olika kategorier av vegetabiliska fasta och flytande ersättningsprodukter för animaliska livsmedel.

### **Specifika frågor som ska besvaras**

Vanliga ersättningsprodukter används i stället för mejeriprodukter (ost, mjölk, filmjölk/yoghurt, grädde/ crème fraiche, glass), köttprodukter (färs, bullar, biffar, hamburgare, korv, skivat pålägg) och fiskprodukter (kaviar, sill).

1. Beroende på typ av ersättningsprodukt och huvudsaklig ingrediens:
  - a. Vilka är de viktigaste allergena riskerna inom respektive produktkategori? Dela upp svaret i produktkategori och i huvudsaklig ingrediens. Ange även om det är ätfärdiga produkter eller sådana som avses att värmebehandlas.
2. Hur kan allergirisken påverkas av de ersättningsprodukter som, i jämförelse med enbart färska/kokta baljväxter och nötter, innehåller en högre mängd protein?
  - a. Kan tillverkningsmetoder såsom högt tryck, värme etc. påverka de allergena epitoperna så att IgE-antikropparnas bindning underlättas alternativt försvåras?
  - b. Finns det fallrapporter över allergiska reaktioner mot vegetabiliska ersättningsprodukter? Beskriv i så fall ett urval av dessa.

# Data och metoder

Faroidentifiering (fråga 1) besvarades framför allt genom en litteratursökning över samlingsartiklar (review) publicerade från 2014 och senare enligt söksträngar i PubMed 2024-06-07:

- (milk alternative\*[tiab] OR milk imitat\*[tiab] OR milk substitut\*[tiab]) AND allerg\*; filter review) 2024-06-07, 20 träffar.
- (meat alternative\*[tiab] OR meat imitat\*[tiab] OR meat substitut\*[tiab]) AND allerg\*; filter review) 2024-06-07, 11 träffar.
- (fish alternative\*[tiab] OR fish imitat\*[tiab] OR fish substitut\*[tiab]) AND allerg\*; filter review) 2024-06-07, 0 träffar.

Som inklusionskriterier skulle artiklarna beskriva ersättningsprodukter i vilka allergener utgjorde en fara. Artiklar om bröstmjölk ersättning exkluderades. Efter bortsällande av dubletter återstod 19 relevanta artiklar.

Dessutom gjordes 2024-05-15 en sökning i RASFF (Rapid alert system for food and feed, öppna data, från 2020-01-01) filtrerade på allergen, vilket renderade i 319 notiser. Baserat på ämne ("subject") utvärderades det om notisen potentiellt kunde ha orsakats av en ersättningsprodukt.

Farokarakterisering: Eftersom många produkter utgörs av nötter, baljfrukter och frön hänvisas det också till rapporten "Allergi och korsallergi mot nötter, frön, baljväxter, frukter och grönsaker" (Livsmedelsverket 2021). Vidare gjordes specifika sökningar på samlingsartiklar över de proteinfamiljer - Profilin, Sjukdomsrelaterade (Pathogenesis Related, PR)-10 protein (Bet v 1-analog), lipidtransferprotein (LTP) och olika lagringsprotein (vicillin, albumin, legumin) - som ligger bakom de flesta allergiska reaktionerna och korsreaktionerna.

Fråga 2. För att jämföra proteininnehållet i ersättningsprodukter med allergenet (det oprocessade livsmedlet) användes flera källor: i) egna analyser samlade i livsmedelsdatabasen, ii) näringsdeklarationer i de produkter som återfunnits i Icas och Coops näthandel, iii) vetenskaplig litteratur och i sista hand iv) "googling" om inget hittats i övriga källor.

Fråga 2a. I Efsa (2014), kapitel 10 beskrivs hur allergeniciteten påverkas av olika tillverkningsprocesser. Detta avsnitt kompletterades med en litteratursökning i PubMed (2024-07-03) med söksträngen: (Food processing[tiab] OR food manufacturing[tiab]) AND (method\*[tiab]) AND (allergenicity[tiab]) NOT (milk\*[tiab]). Utav 58 träffar var elva av intresse för frågeställningen (tabell 1).

Tabell 1 Utvalda träffar med avseende på allergenicitet baserat på process och proteinkälla

Process	Trädnötter	Baljväxter
enzymatisk hydrolys	Cuadrado et al. 2018, Cuadrado et al. 2024	
värme	Astuti et al. 2023, Cuadrado et al. 2018, Cuadrado et al. 2024, De Angelis et al. 2018, Mastoff et al. 2013, Sanchiz et al. 2018	Amigo-Benavent et al. 2008, Astuti et al. 2023
fermentering	Astuti et al. 2023, Tahmasian et al. 2023	Pi et al. 2023
kombinationer	Astuti et al. 2023, Cuadrado et al. 2018, Cuadrado et al. 2024	Astuti et al. 2023

Fråga 2b. En litteratursökning i PubMed gjordes 2024-07-03 med söksträngen:

("Meat Substitutes"[Mesh] OR Meat Substitute\*[tiab] OR Meat imitate\*[tiab] OR "Plant based meat alternative\*" [tiab] OR "Plant-based food\*" [tiab] OR "plant foodstuff\*" [tiab] OR vegan substitute product\*[tiab] OR Vegan food\*[tiab] OR vegetarian food\*[tiab] OR meat alternative\*[tiab] OR meat analogs[tiab] OR plant based meat\*[tiab] OR plant based protein\*[tiab] OR alternative protein\*[tiab] OR alt protein\*[tiab] OR alt-protein\*[tiab] OR novel protein\*[tiab] OR mycoprotein\*[tiab]) AND (allergic reaction\*[tiab] OR "Anaphylaxis"[Mesh] OR anaphyl\*[tiab] OR anaphylactic reaction[tiab] OR anaphylactic shock[tiab] OR "Food Hypersensitivity"[Mesh] OR food Hypersensitivit\*[tiab]) AND (casereports[Filter]). Utav 11 träffar var fyra relevanta för frågeställningen.

Dessutom gjordes en sökning i Livsmedelsverkets allergiregister<sup>1</sup> (likt RASFF ovan) för att se om eventuella inrapporteringar kan ha orsakats av en ersättningsprodukt.

<sup>1</sup> Sedan 1990 registrerar Livsmedelsverket rapporter från sjukvården och livsmedelsinspektörer om oväntade allergiska reaktioner samt analyserar de livsmedel som misstänks ligga bakom reaktionerna. Mellan 2004 och 2023 finns 122 rapporter där livsmedel analyserats registrerade.



# Faroidentifiering

Vegetabiliska livsmedel såsom nötter, baljväxter, frön, frukt och grönsaker är de vanligaste orsakerna till matallergi bland ungdomar och vuxna. Allergin kan antingen vara primär ("äkta") mot livsmedlet eller orsakas av korsallergi (Livsmedelsverket 2021). Primär allergi kan efter intag ge symtom från mag-tarmkanalen, luftvägarna, slemhinnorna och/eller huden. Mycket allvarliga symtom, som livshotande anafylaxi, kan uppkomma hos känsliga individer vid primär allergi mot nötter, baljväxter eller frön. Korsallergi kan delas in i korsallergi mellan olika livsmedel och korsallergi mellan pollen och livsmedel, kallad sekundär allergi. Sekundär allergi ger i regel lindrigare symtom (Livsmedelsverket 2021). Eftersom baljväxter, nötter och frön används som proteinkällor i vegetabiliska ersättningsprodukter (tabell 2) finns därför risk för allergiska reaktioner och korsreaktioner. De vanligaste allergenerna indelas i olika familjer av proteiner, bland annat lipidtransferproteiner (LTP), lagringsproteiner (2S albumin, 11S legumin och 7S vicillin), profiliner och sjukdomsrelaterade proteiner (PR-10 proteiner) (Zhang et al. 2023; bilaga 1). Allergenerna i dessa familjer är evolutionärt relativt väl bevarade och liknar därmed varandra inom närbesläktade arter. Till exempel är Bet v 1, som är huvudallergenet i björkpollen, ett PR-10-protein som kan leda till att björkpollenallergiker kan reagera på till exempel soja (Livsmedelsverket 2021). I en semi-kvantitativ riskvärdering av köttalternativ rankades allergener högst av 18 olika faror baserat på deras höga förekomst, möjliga korsreaktioner och att de inte elimineras nämnvärt i tillverkningen (Gräfenheim & Beyrer 2024). Flera publikationer lyfter också allergirisker med olika typer av vegetabiliska ersättningsprodukter (Anzani et al. 2020; Boukid et al. 2021; Elhali et al. 2023; Olivieri & Skypala 2023; Präger et al. 2023, Treudler 2024).

Soja är en proteinkälla som används som bas i många vegetabiliska produkter såsom tofu och tempeh men även i växtbaserade drycker, yoghurt-, ost-, ägg-, fisk- och köttersättningsalternativ. Även andra allergener såsom ärtor, havre, lupin och cashewnöt är vanligt förekommande i dessa produkter (tabell 2<sup>2</sup>). Förutom att vara allergena i sig finns även som beskrivet ovan risk för olika korsreaktioner på grund av proteinernas liknande struktur. Även om mjöl inte är en specifik ersättningsprodukt som efterfrågats är det en produkt med hög proteinhalt som kan förekomma i glutenfria produkter såsom vegetabiliska biffar, pasta och bakverk (tabell 2). Olika havreprodukter är vanliga på den svenska marknaden. Havre i sig är inte särskilt allergent men råvaran är ofta kontaminerad med råg, vete eller korn och havreprodukter kan därför utgöra ett problem för konsumenter med celiaki eller veteallergi. Nedan beskrivs de vanligaste allergena farorna, i vilka produkter de kan förekomma, proteiner som kan orsaka allergiska reaktioner samt vanliga korsreaktioner de

---

<sup>2</sup> Mycket av litteraturen bygger på artiklar från framförallt Tyskland. Den svenska marknaden ser annorlunda ut och domineras till stor del av havredryck sett till konsumtion.

kan ge upphov till. De allergena proteinernas stabilitet i olika processer går igenom i exponeringsuppskattningen.

Tabell 2. Olika vegetabiliska livsmedel och deras huvudsakliga proteinkälla (anpassad efter Präger et al. 2023<sup>2</sup>)

Livsmedel	Proteinkälla
Växtbaserade drycker	Soja, ärt, havre, cashewnöt, hasselnöt, mandel, kokosnöt, ris, hampafrön
Yoghurtliknande produkter	Soja, jordnöt, havre, cashewnöt, kassava
Ostliknande produkter	Soja, lupin, ärt, cashewnöt, kokosolja
Äggsättning	Soja, ärt, lupin, bondeböna, kikärta (ärtspad/aqua faba), lin, banan, kassava
Köttersättning	Soja, ärt, svamp, alger, havre, vete
Fiskersättning	Soja, vete, svamp, alger
Bredbara produkter (pålägg)	Solrosfrön, pumpafrön, lupin, linser, hampafrön, havre
Mjöl (glutenfritt)	Linser, bovete, mandel, havre

## Baljväxter

**Jordnötter** (*Arachis hypogaea*) äts vanligen som nötter eller jordnötssmör men kan också användas som bas för ostsubstitut (tabell 2). Det senare är dock ovanligt på den svenska marknaden. Allergiprevalensen i Europa uppskattades till mellan 0,0 och 2,8 % hos barn samt 0,0 och 0,5 % hos vuxna (Livsmedelsverket 2023). Även om jordnötter inte förekommer i särskilt många av de efterfrågade produkterna kan det vara värt att lyfta att jordnötsallergi är förknippat med korsallergi mot ett flertal andra baljväxter, bland annat soja, lupin och ärt (Cox et al. 2021; Cabanillas et al. 2018). I en fransk studie reagerade 43 % (137 av 317) av jordnötsallergiska barn mot baljväxter och/eller trädnötter (Cousin et al. 2017). Enligt Cox et al. (2021) utvecklas sannolikt allergi mot jordnöt och trädnötter oberoende av varandra och beror inte på korsallergi. Det finns idag 17 olika allergena proteiner beskrivna i jordnöt (bilaga 1).

**Soja** (*Glycine max*) är en vanlig ingrediens i många ersättningsprodukter (tabell 2). Allergiprevalensen i Europa uppskattades till mellan 0,0 and 0,4 % hos småbarn, 0,0 och 0,5 % hos barn i skolåldern och 0,0 och 0,1 % hos vuxna (Livsmedelsverket 2023). Förutom befolkningen som är allergisk mot soja är det relativt vanligt med sekundär allergi mot soja bland björkpollenallergiker (Livsmedelsverket 2021; Cabanillas et al. 2018) vilket medieras via IgE mot PR-10 proteinet (bet v 1 homologerna Ara h 8 och Gly m 4). Savage et al. (2010) föreslog att det finns två sojaallergiska fenotyper, där den sent debuterande allergin kunde vara relaterad till korsallergi (mot jordnöt) eller sekundär allergi (mot björkpollen) (Livsmedelsverket 2023). Även om reaktionerna mot soja i regel är lindriga finns det fall av anafylaxi beskrivna vilka oftast har utlösts av intag av soja tillsammans med samverkande

faktorer<sup>3</sup>, till exempel fysisk ansträngning (Foucard et al. 1997; Präger et al. 2023) eller efter intag av sojadryck, som på grund av sin snabba passage genom magsäcken kan leda till otillräcklig denaturering av proteinerna (Treadler et al. 2008). Korsreaktivitet, mestadels mot jordnötter, har observerats och medieras av IgE mot lagringsproteiner från cupin- och prolaminfamiljerna (Ara h 1-4, Gly m 5, Gly m 6, Gly m 8) (Präger et al. 2023; Cabanillas et al. 2018; bilaga 1).

**Ärtor** (*Pisum sativum*) är också vanligt förekommande i ersättningsprodukter då de har ett högt proteininnehåll och med bra bindningskapacitet av vatten (Präger et al. 2023). Ärtor ingår dock inte i allergenlistan över de 14 ingredienser/livsmedelsgrupper (bilaga II till (EU) nr 1169/2011) som orsakar flest överkänslighetsreaktioner och därmed måste anges tydligt i ingrediensförteckningen. Totalt har sju allergena proteiner beskrivits: Pis s 1, Pis s 2 (lagringsproteiner), Pis s 3 (LTP), Pis s 5 (profilin), Bet v1-homologen Pis s 6 (PR-10-protein) samt ett agglutinin och ett albumin (bilaga 1). Korsreaktivitet mot jordnötter, lupin, soja, linser och kikärter har rapporterats (Präger et al. 2023; Cabanillas et al. 2018; Livsmedelsverket 2021).

**Linser** (*Lens culinaris*) som mals till mjöl med hög proteinhalt används i bland annat bredbara pålägg, pasta, bageriprodukter samt köttsubstitut (tabell 2). Tre allergener finns beskrivna, ett lagringsprotein (Len c 1), ett fröspecifikt bioitinylerat protein (Len c 2) samt ett LTP (Len c 3) (bilaga 1). Alla dessa är värmestabila (Cabanillas et al. 2018). Korsreaktioner mot ärtor och lupin har rapporterats (Präger et al. 2023). Liksom ärtor är linser inte inkluderade i allergenlistan.

**Lupin** (*Lupinus angustifolius*, *L. albus*, *L. luteus*) kan användas i bland annat ersättningsprodukter för ost, bredbar ost och yoghurt (tabell 2). Dessutom kan lupinmjöl användas som alternativ till soja i bland annat bakverk och pasta (Präger et al. 2023; Alcorta et al. 2021). Allergiska reaktioner mot lupin har rapporterats hos jordnötsallergiker, troligen medierat av Ara h 1 och Lup an 1 (cupiner). Även korsreaktioner mot ärtor och linser finns rapporterade. Dock har det visat sig att lupin även kan orsaka primär allergi och står sedan 2006 med på allergenlistan (Präger et al. 2023).

**Kikärter** (*Cicer arietinum*) utgör basen i falafel samt kan användas som mjöl. Spadet från konserverade kikärter (aqua faba) nyttjas som äggersättning (tabell 2). Kikärter innehåller flera kända allergener såsom Cic a 1 (lagringsprotein), Cic a 3 (LTP) och Cic a 4 (PR-10), Cic a 6, Cic a 10, Cic a 2S albumin och Cic a-Albumin (bilaga 1). Korsreaktioner mot bland annat ärtor och linser har rapporterats (Cabanillas et al. 2018; Präger et al. 2023). Kikärter står inte på allergenlistan.

---

<sup>3</sup> Intag efter fasta, fysisk aktivitet, samtidigt alkoholintag eller intag av inflammationsdämpande medicin (Livsmedelsverket 2021)

## Trädnötter

**Cashewnötter** (*Anacardium occidentale*) används främst i olika mejeriersättningsprodukter (tabell 2). Prevalensen av cashewnötsallergi bland barn och ungdomar i Europa uppskattades till 0,1 – 0,4 % (Livsmedelsverket 2021) och det är en relativt vanlig orsak till anafylaxi hos barn (Präger et al. 2023). Kända allergen utgörs av lagrinsproteinerna Ana o 1, Ana o 2 och Ana o 3 (van der Valk et al. 2014; bilaga 1). Cashew ingår i familjen Anacardiceae till vilket även pistagenötter, rosépeppar och mango<sup>4</sup> tillhör; korsreaktioner mot dessa finns beskrivna (Präger et al. 2023).

**Mandel** (*Prunus dulcis*) är egentligen ingen nöt utan en stenfrukt, men med avseende på användningsområdena räknas mandel ändå till nötter inom livsmedelslagstiftningen (Livsmedelsverket 2021). Mandel används främst som ersättning till mjölk (tabell 2). Andelen som är IgE-sensibiliserade, det vill säga IgE-antikroppar finns men ingen kännedom om det leder till allergiska reaktioner, mot mandel uppskattades till 0,3 – 0,5 % (EFSA 2014). Däremot är andelen som reagerar kliniskt lägre, till exempel reagerade inget skolbarn i en svensk och isländsk studie (n = 652) (Livsmedelsverket 2023). Totalt finns åtta allergena proteiner beskrivna (Mandalari & Mackie 2018). Björkpollenallergiker kan ha en sekundär allergi och reagera mot mandel, framför allt medierat av Bet v 1-homologen Pru du 1 eller, i mindre utsträckning och med mildare symtom, via Bet v 2-homologen Pru du 4 (Livsmedelsverket 2021; Mandalari & Mackie 2018; Biedermann et al. 2019). Det finns även LTP-medierade korsreaktioner beskrivna, framför allt mot andra stenfrukter inom Prunoidae såsom persika och aprikos (Livsmedelsverket 2021).

## Spannmål

**Bovetemjöl** (*Fagopyrum esculentum*, *F. tartaricum*) används till pasta, pizza samt franska och ryska pannkakor (galletter/blinier) (Präger et al. 2023). I Asien är bovete en relativt vanlig orsak till anafylaxi medan allergin är mindre vanlig i Europa (Treudler et al. 2023). Påvisade allergener är Fag e 1 (13S globulin), Fag e 2 (2S albumin), Fag e 3 (7S-Vicilin), Fag e 4 (antimikrobiell peptid) samt Fag e 5 (vicilinliknande protein). Fag e 5 kan orsaka korsreaktivitet med baljväxter (Präger et al. 2023).

**Havre** (*Avena sativa*) är en mycket vanlig bas i ersättningsprodukter för mjölk och yoghurt på den svenska marknaden. Även om allergi mot havre är ovanligt finns det rapporter om havreallergi samt studier som visat att veteallergiker kan korsreagera mot havre (Cox et al. 2021). Tomas-Perez et al. (2020) rapporterade om två fall av anafylaxi efter intag av havredryck (se vidare nedan). I regel tål barn och vuxna med celiaki och allergi mot vete ren havre, men det finns en risk för korskontamination med vete, råg och korn som innehåller en

---

<sup>4</sup> Mangokött utlöser dock inga korsreaktioner utan det är enbart kärnan

högre andel gluten. I en studie av gluteninnehållet i havredrycker på den svenska marknaden påvisades gluten i majoriteten av proverna, men i regel under 20 mg/kg dryck (Sjögren et al. 2010).

**Ris** (*Oryza sativa*) anses vara hypoallergent och hydrolyserat ris kan utgöra bas för mjölkersättning till småbarn med komjölksallergi (Silva et al. 2020; Venter et al. 2023). Ur allergisynvinkel anses risdryck vara säkert; däremot kan oorganisk arsenik utgöra ett problem varför risdryck inte är första alternativet för små barn med komjölksallergi (Verducci et al. 2019). I Sverige förskrivs för det mesta hydrolyserade ersättningsprodukter.

## Övriga livsmedel

**Kokos** (*Cocos nucifera*) är en palmfrukt som inte är släkt med nötter. Kokos kan användas för att framställa dryck och kokosolja används bland annat som ingrediens i ostersättningsprodukter (tabell 2). Primär och sekundär allergi samt korsallergi mot kokosnöt bedömdes vara mycket ovanlig och det saknas rapporter om korsreaktioner (Livsmedelsverket 2021).

**Svamp och svamprelaterade livsmedel** såsom ätbara svampar, mykoprotein (t.ex. Quorn) och fermenterade livsmedel av svampar, kan orsaka allergisyndrom genom korsreaktivitet med luftburna mögelsvampar. Svampallergi kan involvera fler organ, bland annat munslemhinnan, huden, mag-tarm- och luftvägarna samt hjärt-kärlsystemet, med olika allergiska symtom från oralt allergisyndrom (OAS) till svår anafylaxi (Xing et al. 2022). Enligt Livsmedelsverket (2021) är dock allergiska reaktioner mot äggvitan som finns i vissa Quorn-produkter en vanligare orsak till allergiska reaktioner än mykoproteiner.

## Korsallergi hos björkpollenallergiker

Björkpollenallergen Bet v 1 är strukturmässigt likt proteiner från andra växter varför vissa livsmedel kan utlösa reaktioner hos björkpollenallergiker. Även det andra björkpollenallergen (Bet v 2) har homologer hos andra växter. I Sverige är den vanligaste sekundära allergin hos björkpollensensibiliserade mot hasselnöt som är nära botanisk släkt med björk (Livsmedelsverket 2021). Hasselnöt ingår dock inte vanligtvis i någon ersättningsprodukt, utan bland de växter som används återfinns mandel, soja och jordnöt (tabell 2). I Livsmedelsverket (2021) finns mer information om pollenrelaterad korsallergi mot nötter, frön, baljväxter, frukter och grönsaker.

# Farokarakterisering

## Proteinfamiljer

Som beskrivits i faroidentifiering orsakas majoriteten av allergiska reaktioner mot livsmedel av proteiner i fyra växtallergenfamiljer (PR-10 protein, LTP, profilin och lagringsprotein). Utöver dessa utgörs de flesta växtbaserade allergenerna av olika växtförsvarsproteiner (defenisner) samt oleosiner (Zhang et al 2023; bilaga 1). Förutom att de olika proteinfamiljerna kan kopplas samman med olika reaktioner (Cabanillas et al. 2018) kan de vara mer eller mindre känsliga för olika tillverkningsprocesser (se kapitel exponeringsuppskattning).

**Sjukdomsrelaterade proteiner:** Sjukdomsrelaterade proteiner (Pathogenesis related, PR) bildas som svar på stresstillstånd hos växten. Dessa delas in i olika familjer med konsekutiva nummer. Bet v 1 är ett PR-10 protein som, till skillnad från flertalet andra växter, alltid uttrycks i pollen i relativt höga koncentrationer. Det vanligaste vid Bet v 1-homologrelaterad korsallergi är primär sensibilisering mot pollen då dessa proteiner är relativt känsliga mot pepsin och därmed denatureras i matsäcken. PR-proteinerna är även värmekänsliga. Symtomen vid sekundär allergi är i regel lindriga och begränsade till oralt allergisyndrom (OAS)<sup>5</sup>. Däremot har allvarigare reaktioner mot soja med PR-10 proteinet Gly m 4 i rapporterats (Breiteneder & Kraft 2023; Cabanillas et al. 2018). Andra allergena PR-10-proteiner är bland annat Ara h 8 i jordnöt, Pis s 6 i ärtor samt Pru du 1 i mandel (bilaga 1).

**(Icke-strukturella) Lipidtransferproteiner ((ns)LTP)** är relativt små proteiner som transporterar fosfolipider i cellen samt har en skyddande roll i växten, särskilt i frukter. De har en kompakt tertiärstruktur vilket gör dem värmeståliga. LTP är även tåliga mot pepsin och har förmågan att passera tarmepitelet där de kan inducera en sensibilisering (EFSA 2014; Livsmedelsverket 2021). Exempel på allergen i denna familj är Ara h 9 i jordnöt, Pis s 3 i ärtor och Pru du 3 i mandel (bilaga 1). Kliniska reaktioner mot LTP kan ge symptom som OAS med klåda och svullnader i munnen, men även anafylaxi både med och utan samverkande faktorer<sup>3</sup> (Livsmedelsverket 2021; Werfel et al. 2015).

**Lagringsproteiner** är en viktig källa till näring i växtcellen, till exempel under groddning (Hu et al. 2023). De kan också spela en roll i försvaret mot patogena svampar (EFSA 2014). Det finns lagringsproteiner i såväl cupin- (7S och 11S globuliner) som prolamin- (2S albuminer) superfamiljerna (bilaga 1) och dessa omfattar ett flertal av de mer potenta matallergenerna sett till symptom, IgE-antikroppar mot t.ex. Ara h 1-3 i jordnöt, Ana o 1-3 i

---

<sup>5</sup> Exempel på symptom vid oralt allergisyndrom, OAS, är rodnad och tårar i ögonen, klåda och svullnader i näsan och munhålan, nysningar, rinnande eller täppt näsa samt väsende andning (Breiteneder & Kraft 2023). Det allra vanligaste är att symptomen är begränsade till munhålan (Livsmedelsverket 2021).

cashew och Gly m 8 i soja (EFSA 2014; Cabanillas et al. 2018). Även gluten (t.ex. gliadin och glutenin) samt avenin är lagringsproteiner i prolamin- superfamiljen (Tomas-Perez et al. 2020).

**Profiliner** binder aktin och återfinns i alla växtceller (Livsmedelsverket 2021). Allergiska symtom till följd av IgE-sensibilisering mot profiliner beror på inandning av pollen, oftast från gräs. Profilinerna är känsliga mot såväl värme som pepsin och allergiska reaktioner mot profiliner i livsmedel är av liten klinisk relevans och begränsade till OAS (Rodríguez del Rio et al. 2018). Exempel på profiliner är Phl p 12 i gräs (timotej, *Phleum pratense*), Bet v 2 i björkpollen, Ara h 5 i jordnöt, Gly m 3 i soja samt Lup a 5 i lupin (bilaga 1).

## Symtom

Beroende på vilket allergen som man är sensibiliserad mot kan olika reaktioner uppstå. Reaktioner mot profiliner och PR-10 proteiner, det vill säga pollenrelaterad korsallergi, är i regel lindriga och uppstår framför allt i mun och svalg. Däremot har, som beskrivits ovan, exponering för Gly m 4 i soja kunnat förknippas med allvarligare reaktioner (Breiteneder & Kraft 2023; Werfel et al. 2015). Allergiska reaktioner mot olika lagringsproteiner och LTP är ofta förknippade med allvarligare symtom (Cabanillas et al. 2018; Werfel et al. 2015). Primär allergi mot ett livsmedel leder oftare till allvarligare symtom och från fler organ än korsallergi och sekundär allergi. Läs mer i Livsmedelsverket (2021).

## Fallbeskrivningar

### Litteratur

Utav 50 patienter med känd björkpollenallergi, som deltog i en enkätundersökning, hade 28 rapporterat intag av sojaprodukter; 16 av dessa hade intagit sojadryck. Hälften av patienterna som intagit sojadryck (n = 8) rapporterade att de hade fått kliniska reaktioner såsom oralt allergisyndrom (OAS, n = 2); OAS och angioödem (svullnader) (n = 3); angioödem och dyspné (andningssvårigheter) (n = 1); angioödem, gastrointestinala och kardiovaskulära symtom (n = 1); och enbart gastrointestinala symtom (n = 1). Sju av patienterna var positiva för rekombinant (r)Bet v 1 och rGly m 4, medan en av patienterna var övervägande Gly m 4 sojaallergisk. Ingen av de som svarade på enkäten hade reagerat mot andra sojaprodukter än just dryck (Treudler et al. 2008).

Tomas-Perez et al. (2020) rapporterade om två fall av anafylaxi mot havre hos patienter (ett barn och en vuxen) som tålde andra cerealier. I båda fallen kunde en IgE-medierad mekanism påvisas, mest sannolikt mot proteiner i havre. Båda patienterna var sensibiliserade för havre och vete, och en var även sensibiliserad mot andra spannmål (ris, majs och korn). Båda patienterna tolererade dock alla andra typer av spannmål. Proteinanalyserna av dryck och gryn

påvisade ett havreprotein homologt med veteallergen Tri a 20, ett 12S havreglobulin samt ett serpin som tidigare beskrivits som allergen i mjölk (Tomas-Perez et al. 2020). Författarna rapporterade dessutom om ytterligare några fall av reaktioner mot havre efter intag av havredryck.

Utöver dessa fall efter intag av drycker rapporterade Dölle-Bierke et al. (2022) om ett fall av anafylaxi efter konsumtion av falafel som kopplades till ärta (*P. sativa*), vilket allt oftare används som proteinmjöl i vegetariska produkter<sup>6</sup> samt ett antal fall-rapporter efter intag av quorn hos patienter med konstaterad luft-buren mögelallergi (Hoff et al. 2003; Katona & Kaminsky 2002; Van Durme 2003). Med avseende på det senare sammanställdes 1752 självrapporterade reaktioner mot quorn<sup>7</sup>. Vanliga symtom var gastrointestinala (diarré och kräkningar) och urticaria (nässelutslag) men även anafylaxier fanns rapporterade (Jacobson & DePorter 2018).

## Allergiregistret

På den svenska marknaden har fem reaktioner rapporterats till Livsmedelsverket som potentiellt kan ha orsakats av en ersättningsprodukt:

- Odeklarerad mjölkprotein i en sojaost som ledde till att en konsument drabbades av anafylaxi
- Kontamination av jordnöt i en falafel med allvarliga konsekvenser som till viss del kan ha blivit förstärkta av sömnbrist
- Gluten i havrebaserad vaniljsås, som troligtvis berodde på vilseledande information på hemsidan, och som resulterade symtom såsom urtikaria, andnöd, svullnader i halsen och kräkningar.
- Korsreaktion mot ärta i en proteinshake märkt ”sojafri” med symtom såsom klåda i hals, nysningar, urtikaria och svullnad i ansiktet
- Kebab med relativt hög halt soja inblandad i köttet vilket gav en konsument urtikaria

---

<sup>6</sup> Artikeln som är på tyska ligger bakom en betalvägg och inte har lästs i sin helhet

<sup>7</sup> Anmälda på ”quorncomplaints.org”; de flesta rapportörerna kom från Storbritannien (54,6 %) följt av USA (34 %)



# Exponeringsuppskattning

## Proteininnehåll i ersättningsprodukter

Proteininnehåll i vegetabiliska råvaror och i ersättningsprodukter sammanställs i tabell 3. Tabellen baseras i huvudsak på data från Livsmedelsverkets livsmedelsdatabas och på näringsdeklarationer på produkter som återfinns i de vanligaste livsmedelsbutikernas näthandel. Drycker som används som mjölkersättare kan baseras på soja, havre, sötmandel, cashew, ris eller ärta och innehåller en mindre andel protein än råvaran (tabell 3). Detsamma gäller för produkter som ersätter yoghurt och grädde/ crème fraîche och dylikt. Pålägg baserade på soja, linser och ärtor kan ha ett proteininnehåll som ungefär motsvarar råvarans medan proteininnehållet i soja- och ärtbaserade köttersättningsprodukter kan vara högre än det i råvaran. Värt att notera är att många köttersättningsprodukter innehåller flera proteinkällor, och hur stor andel av den totala proteinhalten som utgörs av protein från en specifik proteinkälla/allergen är okänt. Mjöl baserade på baljväxter, nötter och spannmål har ett proteininnehåll som ungefär motsvarar det i den torkade (okokta) råvaran. Proteininnehållet i mjöl av cashew verkar dock vara högre.

Tabell 3. Proteininnehåll i vegetabiliska allergena livsmedel samt i olika ersättningsprodukter baserade på dessa allergener

Allergen (proteinhalt, %)	Proteinhalt i ersättningsprodukter (%)						
	"Mjölkdryck"	"Yoghurt"	"Grädde" od <sup>1</sup>	"Ost", pålägg	"Ägg"	"Kött"	Mjöl
Soja (34-38/11 <sup>a,d,2</sup> )	2-3 <sup>a</sup>	4-6 <sup>b</sup>	3 <sup>a</sup>	14-17 <sup>b,3</sup>	7,5 <sup>b,12</sup>	11-20 <sup>a,4</sup>	37 <sup>a</sup>
Linser (23/6-11 <sup>a,d,5</sup> )				5 <sup>b,6</sup>			21-26 <sup>c</sup>
Ärtor Gröna, frysvara (5 <sup>a</sup> ) Gula (22/8 <sup>a,7</sup> ) Kikärtor (21/8 <sup>a,7</sup> ) Gråärtor, kokta (10)	2 <sup>b</sup>			5-10 <sup>b,8</sup>		Färs 11-27 <sup>a,b,9</sup> Övrigt 5-17 <sup>a,b,9</sup>	Kikärtsmjöl 18-20 <sup>b</sup>
Bondböna (25/9 <sup>a,7</sup> )	2 <sup>b</sup>		0,8 <sup>b</sup>				
Trädnötter							
Cashew (18-21 <sup>a,d</sup> )	0,5-1,9 <sup>b,d,e</sup>						40 <sup>d</sup>
Sötmandel (21 <sup>a</sup> )	0-0,7 <sup>a,b</sup>						22 <sup>a</sup>
Spannmål							
Ris, okokt (6-9 <sup>a</sup> )	0,1-0,5 <sup>b</sup>						6 <sup>a</sup>
Bovete (10, hela korn <sup>a</sup> )							14-18 <sup>a</sup>
Havre (10, havregryn <sup>a</sup> )	1 <sup>a</sup>	1-2 <sup>a</sup>	1-3 <sup>a</sup>	3 <sup>a,10</sup>	-	30 <sup>a,11</sup>	11 <sup>a</sup>

**Källor till data:** <sup>a</sup>Livsmedelsverkets livsmedelsdatabas version 2024-05-29 (avrundat till heltal, icke tillagade produkter) <sup>b</sup>Näringsdeklarationer på tillgängliga produkter i Icas och Coops näthandel i juni 2024 <sup>c</sup>Näringsdeklarationer på rött och grönt linsmjöl som hittats i andra nätbutiker än Ica och Coop i juni 2024 <sup>d</sup>Reese et al (2023) <sup>e</sup>Silva et al (2020)

<sup>1</sup>Ersättning för grädde, crème fraiche och liknande <sup>2</sup>Torkade respektive / färska förvällda eller torkade kokta <sup>3</sup>Rökt tofu som kan skivas och användas som pålägg

<sup>4</sup>Produkter såsom färs, bitar, korv, bullar, nuggets, schnitzel, kebab, etc. Proteinhalterna är ungefär lika i samtliga produktgrupper. Vissa produkter baserade på både soja- och veteprotein <sup>5</sup>Torkade/kokta och kokta konserverade <sup>6</sup>Bredbart pålägg baserat på lins- och kikärtsprotein <sup>7</sup>Torkade/kokta <sup>8</sup>Bredbart pålägg, skivor, pastej etc. Produkterna baserade på ärtprotein, lins- och kikärtsprotein, gula ärtor eller potatis- och ärtprotein <sup>9</sup>Många produkter innehåller en blandning av flera proteinkällor.

Proteinkällor förutom gul ärta, kikärta och gråärta är t.ex. vete, soja, åkerböna, gula linser, sötlupin, favaböna, mungböna, bondböna. "Övrigt" innefattar bullar, burgare, bitar, kebab, bacon, korv, nuggets o.d. <sup>10</sup>Havrebaserat bredbart pålägg <sup>11</sup>Baserat på endast en produkt ("pulled havre strimlor") <sup>12</sup>Silkesmjuk tofu

# Notiser om allergener i Rapid Alert System for Food and Feed (RASFF)

I bilaga 2 visas de träffar i RASFF (200101 – 240515)<sup>8</sup>, filtrerat på allergen (n = 319), som potentiellt kan ha utgjorts av en vegetabilisk ersättningsprodukt. Av de femton notiserna utgjordes nio av fynd av gluten i glutenfria produkter samt fynd av, eller odeklarerad, soja i fyra. Mjölprotein och senap var två andra allergener som noterades var sin gång (Bilaga 2). Underlaget är ganska litet och ger i detta, för produkterna, tidiga skede inte en heltäckande överblick över området.

## Påverkan på allergena epitoper under processning

De processer som används vid framställningen av livsmedel, och kan påverka allergena epitoper, är framför allt värme, enzymatisk hydrolys och fermentering. Hur allergeniciteten påverkas av en process är dock svårt att förutspå då det är en kombination av faktorer som påverkar utfallet för den enskilde konsumenten såsom proteinet, livsmedlets struktur samt den vidare nedbrytningen i magsäcken och duodenum (EFSA 2014; Moreno 2007; Pekar et al. 2018). Det finns ett behov av att utveckla standardiserade metoder för att utvärdera allergeniciteten då det inte går att förutsäga utfallet endast baserat på proteinets stabilitet (Cox et al. 2021; Koidi et al. 2023).

Vid produktion av havredryck genomgår grynen en enzymatisk hydrolys för att bryta ner stärkelse innan de blötläggs i vatten. Andra råvaror som används till drycker genomgår i regel inte någon hydrolys; däremot kan nötter rostas innan de mixas med vatten i det första steget i processen. Innan paketering upphettas produkterna för att inaktivera bakterier och förbättra dryckens hållbarhet. För drycker som inte behöver kylförvaras i obruten förpackning sker detta med ultrahög temperatur-behandling (UHT) vilket innebär upphettning till 135 - 140 °C i 2 - 4 sekunder. Pastörisering sker i regel vid 72 °C i 30 s men även andra tid- och temperaturkombinationer kan förekomma. Den färdiga drycken kan sedan fermenteras för produktion av t.ex. vegetabiliska yoghurt- och ostersättningsalternativ. Vegetabiliska köttersättningsprodukter processas framför allt genom upphettning.

## Värme

Under uppvärmning förändras proteinstrukturerna. I vilken omfattning detta sker är beroende av flera faktorer såsom i) temperatur, ii) tid för värmeprocessen, iii) proteinets egenskaper och iv) de fysikalisk-kemiska förhållandena i livsmedelet, såsom pH. Under värmebehandling

---

<sup>8</sup> <https://webgate.ec.europa.eu/rasff-window/screen/search>

förstörs i allmänhet tertiärstrukturen hos proteinet inklusive de icke-linjära, konformatoriska, epitoperna. Däremot påverkas inte de linjära epitoperna i samma utsträckning och andra epitoper, dolda i den tidigare tertiärstrukturen, kan exponeras i högre utsträckning (EFSA 2014). Till exempel uppmätte Pi et al. (2023) en högre IgE-bindning av sojaprotein efter värmebehandling (60–100 °C i 20 min) vilket de tillskrev en ökad exponering för Gly m 4 - 6 och Amigo-Benavent et al. (2008) såg ingen påverkan på primärstrukturen för 7S (Gly m 5) och 11S (Gly m 6) globulinerna under framställning av sojadryck. I studier på pistage- och cashewnöt kunde en viss minskning av bindningskapaciteten uppmätas efter kokning (60 min) samt en signifikant minskning efter autoklavering (138 °C i 30 min under 256 kPa tryck) (Cuadrado et al. 2018, 2024; Sanchiz et al. 2018). Även reaktiviteten hos mandelproteiner minskade efter autoklavering (10 respektive 20 minuter) (DeAngelis et al. 2018). Dock påverkas olika allergener på olika sätt; medan PR-10 proteiner (Bet v 1-homologer) och profiliner (Bet v 2) kan påverkas av värmeprocesser, t.ex. minskar rostning av hasselnötter allergeniciteten, så påverkas inte LTP och lagringsproteiner nämnvärt av upphettning (Mastoff et al. 2013; Pekar et al. 2018). Vidare sker UHT-behandling (135 - 140 °C), som är en vanlig process för många av produkterna, endast under ett fåtal (2 – 4) sekunder och i en meta-analys baserad på fall-kontrollstudier sågs inte någon signifikant minskning av allergeniciteten efter värmebehandling (Astuti et al. 2023). Trycket som uppnås vid autoklavering är betydligt lägre än i högtrycksbehandling (hydrostatic pressure processing, HPP), som utförs under hundratals MPa, vilken bland annat har visat på bra potential att reducera allergeniciteten hos soja (EFSA 2014).

## Enzymatisk hydrolysis

Enzymatisk hydrolysis är den vanligaste industriella processen för att specifikt minska ett proteins allergenicitet. Till exempel används proteaser för att minska den allergiframkallande potentialen hos sojaböner och aktinas för att minska risets allergenicitet, samt trypsin och kymotrypsin, för att producera hydrolyserade modersmjölksersättningar. Liksom för värme kan hydrolysen såväl förstöra allergena epitoper som exponera andra och vissa peptider som bildas under hydrolysen är fortfarande allergena då själva epitopen inte påverkats. Dessa peptider kan i vissa fall bilda allergena aggregat. Däremot har det visat sig att behandlingar av hasselnöt med trypsin eller elastas, av sojaböner med proteaser och av vete med bromelain minskar allergeniciteten (EFSA 2014). I studier på cashew- och pistagenötspasta minskade enzymatisk hydrolysis allergeniciteten signifikant (Cuadrado et al. 2018; 2024). Dock är det i regel bara havre som genomgår enzymatisk hydrolysis innan grynen blötläggs eller mixas med vatten vid framställning av vegetabiliska drycker.

## Fermentering

Fermentering är en av de äldsta konserveringsmetoderna för livsmedel. Fermentering av soja och sojaprodukter med bakterier och jäst (t.ex. *Lactobacillus plantarum*, *Bifidobacterium*

*lactis*, *Saccharomyces cerevisiae*) minskar i allmänhet IgE-bindningsförmågan hos sojaallergener (EFSA 2014). Alla de kommersiella sojahaltiga produkterna som testades (yoghurt, miso, tempeh) i en studie av Song et al. (2008) visade på mycket låg immunreaktivitet med reduktioner upp till 89 %. Även i fermenterad mjölk och yoghurt har en minskning i bindningskapaciteten påvisats (EFSA 2014) och Elhali et al. (2023) ser fermentering som en tänkbar process för att framställa nyttigare och säkrare köttersättningsprodukter. I meta-analysen av Astuti et al. (2023) var fermentering den process som ensamt reducerade allergeniciteten mest. Mekanismerna bakom den minskade allergeniciteten är en kombination av ändrad proteinstruktur, som kan vara pH-relaterad, bildandet av protein-gel-aggregat samt att proteinet klyvs i mindre peptider med lägre immunreaktivitet (Elhali et al. 2023).

## Kombinationer av processer

Efsa (2014) ansåg att en enskild process inte särskilt effektivt kan minska ett livsmedels allergiframkallande egenskaper. Däremot kan allergenernas IgE-bindningsförmåga reduceras avsevärt genom att kombinera två eller flera processer (EFSA 2014). I studierna av Cuadrado et al. (2018; 2024) gav kombinationen av värmebehandling följt av enzymatisk hydrolys en väldigt låg bindningsförmåga för såväl cashew- som pistagenöt och fermentering följt av enzymatisk (proteolytisk) hydrolys var den kombination som gav bäst reduktion i meta-analysen av Astuti et al. (2023). Kombinationer av behandlingar verkar dock inte vara utbrett i produktionen av vegetabiliska ersättningsalternativ, undantaget fermenterad dryck för produktion av yoghurt- och ostersättningsalternativ.

# Riskkaraktärisering

*1. Beroende på typ av ersättningsprodukt och huvudsaklig ingrediens: Vilka är de viktigaste allergena riskerna inom respektive produktkategori? Dela upp svaret i produktkategori och i huvudsaklig ingrediens. Ange även om det är ätfärdiga produkter eller sådana som avses att värmebehandlas.*

*Svar:* Förutom för de som har en primär allergi mot proteinkällan i ersättningsprodukterna finns det sannolikhet för korsreaktioner och sekundära allergiska reaktioner, t.ex. hos jordnöts- och/eller björkpollenallergiker mot produkter innehållande soja och ärtor. Även andra möjliga korsreaktioner finns beskrivna i faroidentifieringen. Flera författare påpekar dock att korsreaktioner, särskilt sekundär pollenrelaterad allergi i regel ger milda symtom och att kors-sensibilisering inte ska leda till att livsmedel helt undviks utan kliniskt påvisad reaktion (Cox et al. 2021; Präger et al. 2023; Werfel et al. 2015). När det gäller produktkategorier lyfter Präger et al. (2023) särskilt dryckerna då processningen inte minskar proteinkällans allergenitet nämnvärt (se vidare svar 4a nedan), har en snabb passage över magsäcken samt ger ett relativt högt intag. Köttersättningsprodukter är svårbedömda eftersom den relativa fördelningen mellan allergen inte är tydlig. Ett problem är att det kan vara svårt att navigera sig som allergisk eller korsallergisk konsument när till exempel ärtor med flera av dessa allergen inte framhävs (Olivieri & Skypala 2023) och kanske inte förväntas finnas som ersättning i t.ex. glass. Gräfenheim & Beyrer (2024) rankade allergener högst av 18 olika faror i en semi-kvantitativ riskvärdering av vegetabiliska köttalternativ baserat på deras höga förekomst, möjliga korsreaktioner och att de inte elimineras nämnvärt i tillverkningsprocessen. Fermenterade produkter (t.ex. vissa mejeriersättningsprodukter) utgör däremot sannolikt en låg risk (se vidare svar 2a nedan).

*2. Hur kan allergirisken påverkas av de ersättningsprodukter som, i jämförelse med enbart färska/kokta baljväxter och nötter, innehåller en högre dos protein?*

*Svar:* Proteininnehållet i vegetabiliska råvaror och i ersättningsprodukter sammanställs i tabell 3 i exponeringsuppskattningen. Drycker som används som mjölkersättare kan baseras på soja, havre, sötmandel, cashew, ris eller ärtor och innehåller en mindre andel protein än råvaran. Detsamma gäller för produkter som ersätter yoghurt och grädde/ crème fraîche och dylikt. Pålägg baserade på soja, linser och ärtor kan ha ett proteininnehåll som ungefär motsvarar råvarans medan proteininnehållet i soja- och ärtbaserade köttersättningsprodukter kan vara högre än det i råvaran. Värt att notera är att många köttersättningsprodukter innehåller flera proteinkällor, och hur stor andel av den totala proteinhalten som utgörs av protein från en specifik proteinkälla/allergen är okänt.

*a. Kan tillverkningsmetoder såsom högt tryck, värme etc. påverka de allergena epitoperna så att IgE-antikropparnas bindning underlättas alternativt försvåras?*

*Svar:* Hur de allergena epitoperna påverkas är beskrivet i exponeringsuppskattningen. Epitoperna kan påverkas, men det är svårt att utvärdera den kliniska relevansen baserat på de försök som utförts då det i slutändan är en kombination av process, matris och vad som händer i passage över mag-tarmsystemet som avgör allergeniciteten (Moreno 2007; EFSA 2014; Koidi et al. 2023; Pekar 2018). Dessutom påverkas olika proteinfamiljer (allergen) olika beroende på process och vilka som det är vanligast att populationen är sensibiliserad mot kan skilja baserat på matvanor och vilken som är den vanligaste typen av pollenallergi i regionen (EFSA 2014; Biedermann et al. 2019). Dock bör de livsmedel som genomgår flera olika processer, särskilt där det ingår ett fermenteringssteg, ha en lägre allergenicitet än råvaran, t.ex. tofu, tempeh och fermenterade ”mejeriersättningsprodukter” (EFSA 2014, Astuti et al. 2023). Även om drycker kan genomgå såväl enzymatisk hydrolys som upphettning (under visst tryck, däremot under kort tid) har flera fall av reaktioner rapporterats (se svar fråga 4b). För köttersättningsprodukter (t.ex. vegetabiliska biffar) sker i regel bara mildare upphettning som sannolikt inte ger någon större påverkan på de allergena epitoperna (Gräfenheim & Beyrer 2024).

*b. Finns det fallrapporter över allergiska reaktioner mot vegetabiliska ersättningsprodukter? Beskriv i så fall ett urval av dessa.*

*Svar:* Det har rapporterats om enstaka fall av allergiska reaktioner mot vegetabiliska ersättningsprodukter i den vetenskapliga litteraturen samt rapporterade till Livsmedelsverket vilka är beskrivna i farokarakteriseringen. Dessa fallrapporter har berört reaktioner mot:

- Sojadryck hos björkpollenallergiker (Treudler et al. 2008)
- Havredryck hos personer sensibiliserade mot havreprotein (Tomas-Perez et al. 2020)
- Ärta efter intag av falafel (Dölle-Bierke et al. 2022)
- Quorn hos konsumenter allergiska mot luftburna mögelsvampar (Hoff et al. 2003; Katona & Kaminsky 2002; Van Durme 2003)
- Odeklarerad mjölkprotein i sojaost<sup>9</sup>
- Kontamination av jordnöt i en falafel<sup>9</sup>
- Gluten i vaniljsås<sup>9</sup>
- Ärta i proteinshake<sup>9</sup>
- Soja i kebab<sup>9</sup>

---

<sup>9</sup> Källa - Livsmedelsverkets interna allergiregister. Det ska dock påtalas att alla dessa inte kan kategoriseras som ersättningsprodukter samt att en kontamination inte nödvändigtvis har att göra med att det är en ersättningsprodukt

# Referenser

- Alcorta, A, Porta, A, Tarrega, A et al. 2021. Foods for Plant-Based Diets: Challenges and Innovations. *Foods* 10: 293.
- Amigo-Benavent, Silvain, JM, Moreno, FJ et al. 2008. Protein Quality, Antigenicity, and Antioxidant Activity of Soy-Based Foodstuffs. *J Agric Food Chem* 56: 6498–6505.
- Anzani, C, Boukid, F, Drummond, L, Mullen, AM & Alvarez, C 2020. et al. 2020. Optimising the use of proteins from rich meat co-products and non-meat alternatives: Nutritional, technological and allergenicity challenges. *Food Res Int* 137: 109575.
- Astuti, RM, Palupi, NS, Suhartono, MT et al. 2023. Effect of processing treatments on the allergenicity of nuts and legumes: A meta-analysis. *J Food Sci* 88: 28-56.
- Biedermann, T, Winther, L, Till, SJ, Panzer, P et al. 2019. Birch pollen allergy in Europe. *Allergy* 74: 1237–1248.
- Boukid, F, Lamri, M, Dar, BN, Garron, M & Castellari M 2021. Vegan Alternatives to Processed Cheese and Yogurt Launched in the European Market during 2020: A Nutritional Challenge? *Foods* 10: 2782.
- Breiteneder, H & Kraft, D (2023). The History and Science of the Major Birch Pollen Allergen Bet v 1. *Biomolecules* 13: 1151.
- Cabanillas B, Jappe U & Novak N (2018) Allergy to peanut, soybean, and other legumes: recent advances in allergen characterization, stability to processing and IgE cross-reactivity. *Mol Nutr Food Res* 62: 1700446.
- Cousin M, Verdun S, Seynave M et al (2017) Phenotypical characterization of peanut allergic children with differences in cross-allergy to tree nuts and other legumes. *Pediatr Allergy Immunol* 28: 245–250.
- Cox, AL, Eigenmann, PA & Sicherer, SH 2021. Clinical Relevance of Cross-Reactivity in Food Allergy. *J Allergy Clin Immunol Pract* 9: 82-99.
- Cuadrado, C., Cheng, H, Sanchiz, A, Ballesteros, I et al. 2018. Influence of enzymatic hydrolysis on the allergenic reactivity of processed cashew and pistachio. *Food Chemistry* 241: 373-9.
- Cuadrado, C., Arribas, C, Sanchiz, A, Pedrosa, MM et al. 2024. Effects of enzymatic hydrolysis combined with pressured heating on tree nut allergenicity. *Food Chemistry* 451: 139433.
- Rodríguez del Rio, P, Díaz-Perales, A, Sánchez-García, S, Escudero, C et al. (2018). Profilin, a Change in the Paradigm. *Investig Allergol Clin Immunol* 28: 1-12.
- Dölle-Bierke, S, Grünhagen, J & Worm, M 2022. Role of vegan diets in food allergies-risk of developing food anaphylaxis? *Hautarzt* 73: 208-211 [Article in German].
- EFSA (2014). Scientific Opinion on the evaluation of allergenic foods and food ingredients for labelling purposes. EFSA Panel on Dietetic Products, Nutrition and Allergies (NDA). *EFSA Journal* 12: 3894.
- Elhalis, H, See, XY, Osen, R, Chin, XH & Chow, Y 2023. Significance of Fermentation in Plant-Based Meat Analogs: A Critical Review of Nutrition, and Safety-Related Aspects. *Foods* 12: 3222.



- Foucard, T., Edberg, U. and Malmheden Yman, I. 1997. Letala och svåra reaktioner av livsmedel – Jordnöt och soja underskattade allergen. *Läkartidningen* 94: 2635-8.
- Gräfenheim, M & Beyrer, M 2024. Plant-Based Meat Analogues in the Human Diet: What Are the Hazards? *Foods* 13: 1541.
- Hoff, M, Trüeb, RM, Ballmer-Weber, BK, Vieths, S & Wuethrich, B 2003. Immediate-type hypersensitivity reaction to ingestion of mycoprotein (Quorn) in a patient allergic to molds caused by acidic ribosomal protein P2. *J Allergy Clin Immunol* 111: 1106-10.
- Hu, F, Ye, Z, Dong, K, Zhang, W, Fang, D & Cao, J (2023). Divergent structures and functions of the Cupin proteins in plants. *Int J Biol Macromol* 242: 124791.
- Jacobson, MF & DePorter, J 2018. Self-reported adverse reactions associated with mycoprotein (Quorn-brand) containing foods. *Ann Allergy Asthma Immunol* 120: 626-30.
- Katona, SJ & Kaminsky, ER 2002. Sensitivity to Quorn mycoprotein (*Fusarium venenatum*) in a mould allergic patient. *J Clin Pathol* 55: 876-77.
- Koidi, L, Gentile, SA & Untersmayr, E 2023. Allergen Stability in Food Allergy: A Clinician's Perspective. *Curr Allerg Asthma Rep* 23: 601-12.
- Livsmedelsverket 2021. Allergi och korsallergi mot nötter, frön, baljväxter, frukter och grönsaker. Livsmedelsverkets rapportserie L – 2021 nr. 05, Uppsala.
- Livsmedelsverket 2023. Proposed reference doses for food allergens – the science behind and risk groups. Livsmedelsverkets PM 2023. Uppsala.
- Mandalari, M & Mackie, AR 2018. Almond Allergy: An Overview on Prevalence, Thresholds, Regulations and Allergen Detection. *Nutrients* 10: 1706.
- Moreno, FJ 2007. Gastrointestinal digestion of food allergens: Effect on their allergenicity. *Biomed Pharmacother* 61:50-60.
- Olivieri, B & Skypala, IJ 2023. New arrivals in anaphylaxis to foods. *Curr Opin Allergy Clin Immunol* 23: 357-63.
- Pekar, J, Ret, D & Untersmayr, E 2018. Stability of allergens. *Mol Immunol* 100: 14-20.
- Pi, X, Liu, J, Sun, Y et al. 2023. Heat-induced changes in epitopes and IgE binding capacity of soybean protein isolate
- Präger, L, Simon, JC & Treudler, R 2023. Food allergy - New risks through vegan diet? Overview of new allergen sources and current data on the potential risk of anaphylaxis. *J Dtsch Dermatol Ges* 21: 1308-1313.
- Reese I, Schäfer C, Ballmer-Weber B, et al. 2023. Vegan diets from an allergy point of view – position paper of the DGAKI working group on food allergy. *Allergol Select* 7: 57–83.
- Savage, J.H., Kaeding, A.J., Matsui, E.C. & Wood, R.A. 2010. The natural history of soy allergy. *J Allergy Clin Immunol* 125: 683-686.
- Silva, ARA, Silva, MMN & Ribero, BD 2020. Health issues and technological aspects of plant-based alternative milk. *Food Res Int* 131: 108972.

- Sjögren, YM, Kruse, B, Ferm, M, Sandberg, M & Malmheden Yman, I 2010 Gluten in Oat-based Beverages and Oatmeal. 2<sup>nd</sup> International Symposium of Gluten-free Cereal Products and Beverages, 8-11.6.2010, Tampere, Finland.
- Song, YS, Frias, J, Martinez-Villaluenga C, Vidal-Valdeverde, C & de Mejia, EG 2008. Immunoreactivity reduction of soybean meal by fermentation, effect on amino acid composition and antigenicity of commercial soy products. *Food Chemistry* 108: 571-581.
- Tashmasiain, A, Drew, R, Broadbent, JA et al. 2023. Conventional solid-state fermentation impacts the white lupin proteome reducing the abundance of allergenic peptides. *Food Chemistry* 426: 136622.
- Tomas-Perez, M, Iglesias-Souto, FJ & Bartolome, B (2020). Oat Allergy: Report on 2 Cases. *J Investig Allergol Clin Immunol* 30: 199-201.
- Treudler, R, Werner, M, Thierry, J et al. 2008. High Risk of Immediate-Type Reactions to Soy Drinks in 50 Patients With Birch Pollinosis. *J Investig Allergol Clin Immunol* 18: 482-95.
- Treudler, R. 2024. Emerging and Novel Elicitors of Anaphylaxis: Collegium Internationale Allergologicum Update 2024. *Int Arch Allergy Immunol* 185: 794-802.
- van der Valk, JPM, Dubois, AEJ, van Wijk, RG et al. 2014. Systematic review on cashew nut allergy. *Allergy* 69: 692–698.
- van Durme, P, Ceuppens, JL & Cadot, P 2003. Allergy to ingested mycoprotein in a patient with mold spore inhalant allergy. *J Allergy Clin Immunol* 112: 452-4.-
- Venter, C, Shamir, R & Fleisher, DM 2023. Early Introduction of Novel and Less-Studied Food Allergens in the Plant-Based Era: Considerations for US and EU Infant Formula Regulations. *Nutrients* 15: 4530.
- Verducci, E, D'Elisio, S, Cerrato, L et al. 2019. Cow's Milk Substitutes for Children: Nutritional Aspects of Milk from Different Mammalian Species, Special Formula and Plant-Based Beverages. *Nutrients* 11: 1739.
- Werfel, T, Asero, R, Ballmer-Weber, BK, Beyer, K et al. 2015. Position paper of the EAACI: food allergy due to immunological cross-reactions with common inhalant allergens. *Allergy* 70: 1079-90.
- Xing, H, Wang, J, Sun, Y & Wang H 2022. Recent Advances in the Allergic Cross-Reactivity between Fungi and Foods. *J Immunol Res* 2022: 7583400.
- Zhang, Y, Che, H, Li, C & Jin, T 2023. Food Allergens of Plant Origin. *Foods* 12: 2232.

# Bilaga 1. Exempel på allergener

**Tabell B1.** Exempel på allergener och deras indelningar i protein(super)familjer. Allergener på samma rad och med samma index-bokstav kan, men behöver inte, ge upphov till korsallergi mellan dessa livsmedel (adapterat från Cabanillas et al.2018; Cox et al. 2021; Mandalari & Mackie 2018; Präger et al. 2023; van der Valk et al. 2014; Zhang et al. 2023)

Protein superfamilj <sup>a</sup>	Proteinfamilj	Jordnöt	Sojabönor	Ärtor	Linser	Lupin	Kikärter	Mandel	Cashew
Cupiner	7S globulin (vicillin)	Ara h 1 <sup>c</sup>	Gly m 5 <sup>c</sup>	Pis s 1 <sup>c</sup>	Len c 1 <sup>c</sup>	Lup an 1 <sup>c</sup> Lup a 1 <sup>c</sup>	Cis a 1		Ana o 1
	7S globulin (convicillin)			Pis s 2					
	11S globulin (glycinin/legumin)	Ara h 3 <sup>d</sup> Ara h 4	Gly m 6 <sup>d</sup>				Cis a 4		Ana o 2
Prolaminer	2S albumin (conglutin)	Ara h 2 <sup>e</sup> Ara h 6-7	Gly m 8 <sup>e</sup>			Lup a alpha conglutin <sup>e</sup>	Cis a 2		Ana o 3
	LTP	Ara h 9 <sup>f</sup> Ara h 16-17		Pis s 3 <sup>f</sup>	Len c 3 <sup>f</sup>	Lup an 3 <sup>f</sup>	Cis a 3 <sup>f</sup>	Pru du 3	
	Hydrofobt sojabönskalsprotein		Gly m 1						
Profiliner	Profilin <sup>b</sup>	Ara h 5 <sup>g</sup>	Gly m 3	Pis s 5		Lup a 5 <sup>g</sup>		Pru du 4	
Sjukdomsrelaterade proteiner	PR-10 (Bet v 1-homolog)	Ara h 8 <sup>h</sup>	Gly m 4 <sup>h</sup>	Pis s 6 <sup>h</sup>		Lup a 4	Cis a 4	Pru du 1	
Glycosyltransferaser	Oleosiner	Ara h 10-11 Ara h 14-15							
Skorpiontoxintliknande knottin	Defensiner (försvarsproteiner)	Ara h 12 <sup>i</sup> Ara h 13	Gly m 2 <sup>i</sup>						
-	Biotinylerade proteiner		Gly m 7 <sup>j</sup>		Len c 2 <sup>j</sup>				

<sup>a</sup> Terminologi enligt Cabanillas et al. 2023; <sup>b</sup> Omfattar även Bet v 2-familjen; <sup>c-j</sup> rapporterade korsallergier mellan: <sup>c</sup>7S globuliner, <sup>d</sup> 11S globuliner, <sup>e</sup> 2S albuminer. <sup>f</sup> lipidtransferproteiner (LTP), <sup>g</sup> profiliner (bet v 2-homologer), <sup>h</sup> sjukdomsrelaterat protein 10 (bet v 1 homolog), <sup>i</sup> defensiner samt <sup>j</sup> biotinylerade proteiner

## Bilaga 2. Notiser i RASFF

Tabell B2. RASFF-notiser med avseende på risken allergen mellan 2020-01-01 och 2024-05-15 som potentiellt kan ha varit en ersättningsprodukt

Referens	Kategori	Ämne
2020.0834	cereals and bakery products	Tempura powder with undeclared soya
2020.3372	cereals and bakery products	Presence of soya in rice flour from Italy
2020.4009	cereals and bakery products	Organic gluten free chickpea flour spirelli with gluten
2021.3382	other food product / mixed	Undeclared allergen gluten in organic soy flour from Bulgaria
2021.4257	cereals and bakery products	Gluten-free white buckwheat flour - gluten content above 80 mg / kg.
2021.5199	fruits and vegetables	soy protein not declared in bio Spinazieburger
2021.6070	cereals and bakery products	gluten in "gluten-free" buckwheat flour
2022.3764	cereals and bakery products	Presence of gluten in rice flour with mention "gluten free"
2022.5414	other food product / mixed	Undeclared allergen (mustard) in scrambled egg substitute from Germany
2022.6979	cereals and bakery products	Gluten in buckwheat from Lithuania
2023.2224	cereals and bakery products	Gluten in whole buckwheat from Sweden
2023.3616	dietetic foods, food supplements and fortified foods	Soya not labelled on vegan protein powder from Hungary
2023.6938	cereals and bakery products	Increased gluten content in gluten-free lentil flour from Türkiye
2023.7181	non-alcoholic beverages	Presencia de Gluten en bebida de avena sin gluten procedente de España// Presence of gluten in gluten-free oat drink from Spain
2023.8640	non-alcoholic beverages	Milk (casein) not mentioned on the label of rice drink from Belgium



